

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 0 857 985 A1



(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(51) Int. Cl. 6: G02B 1/02, G02B 7/02,  
C03C 27/00

(21) Anmeldenummer: 98100492.2

(22) Anmeldetag: 14.01.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 10.02.1997 DE 19704936

(71) Anmelder:

• Carl Zeiss  
D-89518 Heldenheim (Brenz) (DE)

Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE DK ES FI FR GR IT LI LU MC NL PT SE  
AT

• CARL-ZEISS-STIFTUNG,  
HANDELND ALS CARL ZEISS  
89518 Heldenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
GB IE

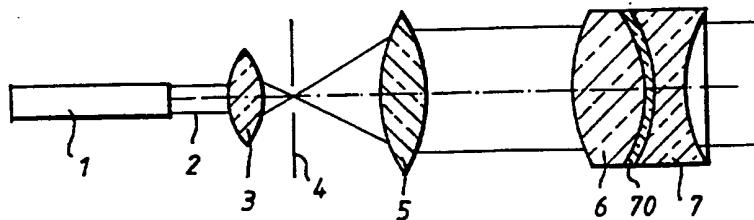
(72) Erfinder: Schuster, Karl Heinz  
89551 Königsbronn (DE)

### (54) Optisches Glied und Herstellverfahren

(57) Optisches Glied, dessen Elemente (6, 7) ohne  
Luft aneinanderliegen (angesprengt, physical glue),  
wobei mindestens ein Element (7) aus kristallinem  
Material besteht und auf der dem anderen Element (6)

benachbarten Seite eine amorphe anorganische  
Schicht (70) aufweist.

FIG. 1



EP 0 857 985 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein optisches Glied, dessen Elemente ohne Luft aneinanderliegen - diese Fügetechnik wird auch als "Ansprengen" oder "physical glue" bezeichnet -, wobei mindestens ein Element aus kristallinem Material besteht (nach Anspruch 1), sowie ein optisches System damit (nach den Ansprüchen 4 und 6). Zugleich betrifft die Erfindung die entsprechenden Herstellverfahren nach den Ansprüchen 7-9.

Als Alternative zum Kitten ist das Ansprengen in der Optik-Fertigung verbreitet. Als Fügetechnik für Kristalle funktioniert es aber nur bedingt, besonders bei gekrümmten Flächen. Dort bilden sich nämlich mikroskopische Stufen an Übergängen zwischen Kristallebenen. Speziell bei Fluoriden kommt eine generell geringe Adhäsion dazu.

Speziell für Ultraviolet-Optik, insbesondere für den DUV-Bereich unterhalb 250 nm Wellenlänge, werden Kristalle und besonders Fluoride wie  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{NaF}$  benötigt, da diese zu den wenigen in diesem Wellenlängenbereich transparenten und photochemisch stabilen Werkstoffen gehören, und die Quarzglas durch ihre anderen optischen Eigenschaften z.B. zur Achromatisierung ergänzen können. Auch ihre doppelbrechenden Eigenschaften sind von Bedeutung.

Das Kitten kommt für diesen Wellenlängenbereich aber nicht als Fügetechnik in Frage, da die organischen Klebstoffe allesamt nicht chemisch resistent gegen diese UV-Strahlen sind.

Aufgabe der Erfindung ist es also, einen Weg zu finden, wie kristallines Material ohne Luftzwischenraum und ohne Kitt gefügt werden kann, sowie optische Glieder, Systeme und Fertigungsverfahren mit dieser Technik anzugeben.

Gelöst wird die Aufgabe nach Anspruch 1, indem bei einem gattungsgemäßen optischen Glied ein Element aus kristallinem Material auf der dem anderen Element benachbarten Seite eine amorphe anorganische Schicht aufweist.

Besonders vorteilhaft ist dies nach Anspruch 2, wenn das kristalline Material ein Fluorid ist, da bei diesem Material das Ansprengen besonders schwierig und schwach ist.

Als anorganische Schicht eignet sich besonders Quarzglas nach Anspruch 3, u.a. wegen seiner UV-Transparenz und UV-Beständigkeit.

Damit läßt sich dann auch ein DUV-geeigneter Achromat, z.B. mit Quarzglas und Kalziumfluorid aufbauen, mit angesprengten optischen Gliedern, gemäß Anspruch 4 bzw. 5. Anspruch 6 gibt die Verwendung im UV/UV-Bereich an.

Anspruch 7 beschreibt das entsprechende Herstellverfahren, wonach ein Element aus kristallinem Material zum Vorbereiten für das Ansprengen mit einer anorganischen amorphen Schicht, vorzugsweise aus Quarzglas, beschichtet wird. Auf das Beschichtungsverfahren kommt es dabei nicht an, es sind zahlreiche

bekannt. Gute Haftung und glatte Oberfläche ergibt z.B. das Sputtern.

Bei Bedarf kann die Oberfläche der Schicht gemäß Anspruch 7 noch geglättet werden, z.B. durch Polieren, Tempern, Ionenstrahl, chemisch Polieren.

Auch bei der Herstellung optischer Teile aus Kristall, die im Einsatz nicht an ein anderes Teil angesprengt bleiben, hat die Erfindung gemäß Anspruch 9 ihre Vorteile.

Demnach muß ein teilbearbeiteter Rohling aus Kristall nicht auf einem Linsenträger festgekittet werden, um die gegenüberliegende Seite zu polieren, sondern er kann nach der erfindungsgemäßen Beschichtung angesprengt werden. Kitt entfällt also. Statt auf einen Linsenträger können insbesondere dünne Elemente auch direkt an ein weiteres optisches Bauteil angesprengt werden, mit dem sie auch im Gebrauch vereinigt bleiben.

Näher erläutert wird die Erfindung anhand der Zeichnung.

Figur 1 zeigt schematisch ein optisches System mit einem Achromaten mit einem Element aus Kristall mit Beschichtung.

Figur 2 zeigt schematisch eine Optik-Poliermaschine mit an einem Linsenhalter angesprengtem beschichtetem Kristall-Teil beim Polieren.

Das optische System der Figur 1 zeigt zunächst eine Lichtquelle 1, vorzugsweise einen Excimer-Laser, der ein Lichtbündel 2 emittiert mit einer Wellenlänge im tiefen Ultraviolet (DUV), z.B. 248 nm, 193 nm oder 157 nm.

Linsen 3 und 5 mit Blende 4 sind eine Strahlaufweitungseinheit, die Linsen 6 und 7 liegen ohne Luft aneinander, sind also angesprengt und bilden einen Achromaten, wobei die Linse 6 aus Quarzglas, die Linse 7 aus kristallinem Material, z.B. einem Fluorid wie  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$  oder  $\text{NaF}$  besteht. Diese Materialien sind im DUV-Bereich brauchbar.

Normales Ansprengen der Kristall-Linse 7 an die Quarzlinse 6 ist prinzipiell zwar möglich, aber nicht praktikabel und nicht stabil. Verbinden mit Optik-Kitt, also einem organischen Kleber, scheidet aus, da diese Materialien gegen DUV-Bestrahlung chemisch nicht stabil sind. Durch die erfindungsgemäß auf die Linse 7 aufgebrachte dünne Quarzsicht 70 - im Bild übertrieben dick dargestellt - wird das Ansprengen problemlos möglich und sehr stabil. Optische Wirkung hat die dünne Schicht 70 keine, da sie mit dem Material der Linse 6 übereinstimmt.

Das optische System kann z.B. Teil einer Mikrothiographie-Projektionsbelichtungsanlage sein.

Außer zur Achromatisierung eignen sich optische Elemente aus kristallinem Werkstoff wegen ihrer doppelbrechenden Eigenschaften besonders auch für pola-

risationsoptische Elemente. Dazu sind dann bevorzugt dünne Planplatten geeignet, welche aus Stabilitätsgründen im Gebrauch, aber auch schon bei der Fertigung, an massive Planplatten, zum Beispiel aus Quarzglas oder Flußspat, angesprengt werden können, wenn sie erfundungsgemäß beschichtet sind.

Damit sind dann dünne optische Elemente aus kristallinem Werkstoff mit Dicken bis in den Mikrometerbereich hinunter machbar.

Die Bearbeitung eines angesprengten optischen Kristallteils 12 mit Beschichtung 20 zeigt Figur 2. Das Kristallteil 12 ist auf dem Linsenträger 11 angesprengt, der in einem Halter 10, eventuell mit Drehantrieb, der Linsenschleifmaschine 100 angeordnet ist. Die freie Fläche des Kristallteils 12 wird mit Poliermittel 13 mit dem Polierwerkzeug 14, das seinerseits vom Antrieb 15 gedreht wird, poliert.

Der Linsenträger 11 kann schon eine nutzbare Linse enthalten, an der das Kristallteil 12 auch auf Dauer verbleibt. Sonst wird das Kristallteil 12 nach der Fertigbearbeitung wieder abgesprengt.

Die dünne Schicht 20 kann mit allen bekannten Techniken der Herstellung dünner Schichten aufgebracht und nachbehandelt werden. Bewährt hat sich das Aufputtern von  $SiO_2$  auf  $MgF_2$ , was eine gut hafende Schicht mit guter Glättungswirkung ergibt.

Die dünne Schicht 20 kann auch aus dem gleichen Stoff, aber in amorpher Form, wie das Kristallteil 12 bestehen, wobei dann natürlich die Adhäsion nicht verbessert ist, aber die Glättung wirkt. In diesem Fall kann sie auch durch Umwandlung der Oberflächenzone, z.B. mit Laserumschmelzen, erzeugt werden.

#### Patentansprüche

- Optisches Glied, dessen Elemente (6, 7) ohne Luft aneinanderliegen, wobei mindestens ein Element (7) aus kristallinem Material besteht, dadurch gekennzeichnet, daß ein Element (7) aus kristallinem Material auf der dem anderen Element (6) benachbarten Seite eine amorphe anorganische Schicht (70) aufweist.
- Optisches Glied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das kristalline Material ein Fluorid ist.
- Optisches Glied nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die amorphe anorganische Schicht (70) aus Quarzglas besteht.
- Optisches System enthaltend mindestens ein optisches Glied nach mindestens einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente (6, 7) aus zwei verschiedenen Materialien bestehen.
- Optisches System enthaltend mindestens ein optisches Glied nach mindestens einem der Ansprüche

1-5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lichtquelle (1) mit UV-Licht, vorzugsweise DUV-Licht, vorhanden ist.

- Verwendung eines optischen Gliedes nach mindestens einem der Ansprüche 1-5, in einem optischen System mit Ultravioletten, insbesondere DUV-Lichtquelle (1).
- Verfahren zum Vorbereiten eines Elements (12) aus kristallinem Material, insbesondere aus einem Fluorid, für das Ansprenge, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Ansprengefläche eine anorganische amorphe Schicht (20) insbesondere aus Quarzglas, aufgebracht wird.
- Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (20) geglättet wird.
- Verfahren zur Herstellung eines dünnen optischen Elements aus kristallinem Material, insbesondere mit einer geringsten Dicke von weniger als 5 mm oder von weniger als 5 % des Durchmessers, dadurch gekennzeichnet, daß ein Rohling auf einer Fläche auf Endform des optischen Elements optisch bearbeitet wird, anschließend mit einer amorphen anorganischen Schicht belegt wird, bedarfsweise die Schicht poliert wird, das halbfertige optische Element mit der Schicht an ein Teil, insbesondere einen Linsenhalter für Poliermaschinen angesprengt wird, und dann die gegenüberliegende Seite auf Endform optisch bearbeitet wird.

35

40

45

50

55

FIG. 1

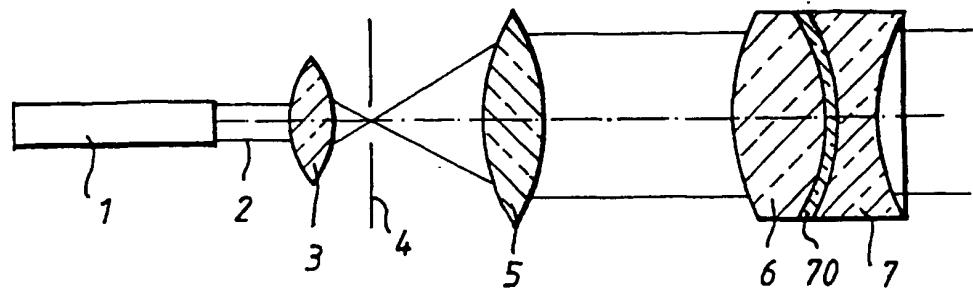
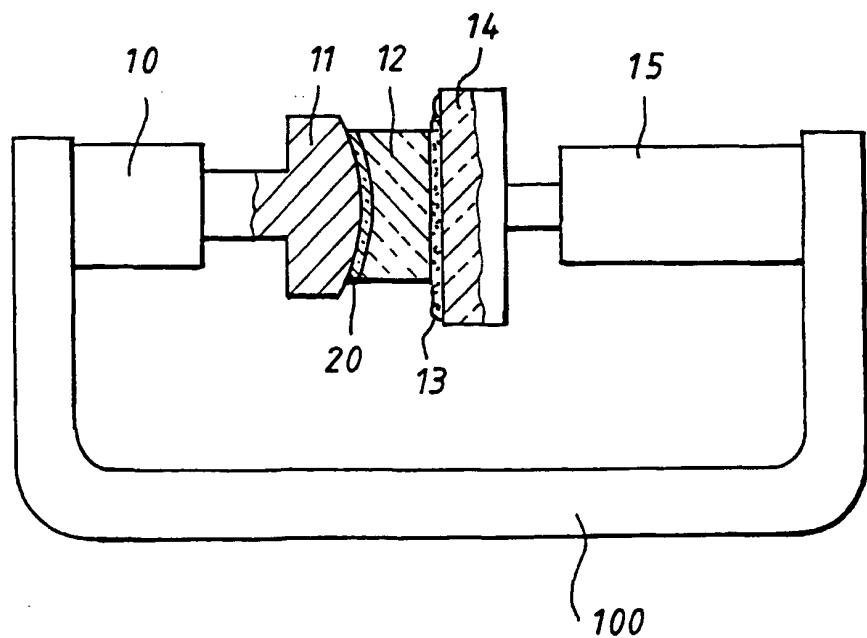


FIG. 2



BEST AVAILABLE COPY



## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 5 339 441 A (KARDOS THOMAS A ET AL) 16.August 1994 * Spalte 1, Zeile 22 - Zeile 25; Ansprüche 1,5; Abbildungen 2,3 * * Spalte 2, Zeile 50 - Zeile 63 * ---	1,5,6	G02B1/02 G02B7/02 C03C27/00
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 448 (P-1594), 17.August 1993 & JP 05 100102 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 23.April 1993, * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 530 (P-1809), 6.Oktober 1994 & JP 06 186405 A (NIKON CORP), 8.Juli 1994, * Zusammenfassung *	1	
A	US 5 469 299 A (NAGANO CHIKARA) 21.November 1995 * Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 38 * ---	2,4-6	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
			G02B C03C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	10.Juni 1998	Hervé, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		